

**Protective device****Publication number:** AT409248B**Publication date:** 2002-06-25**Inventor:** POLASEK HELMUT DIPL ING (AT); TRENNER  
ANDREAS DR (AT)**Applicant:** ELIN EBG TRACTION GMBH (AT)**Classification:****- International:** *B60L3/00; B60L5/00; B60L3/00; B60L5/00; (IPC1-7):*  
*B60L3/00; B60L5/00***- european:****Application number:** AT19940001814 19940923**Priority number(s):** AT19940001814 19940923**Report a data error here****Abstract of AT409248B**

The invention relates to a protective device for current- conducting parts of current collectors 1 on underground railways 5 or the like. Underground railways 5 are usually supplied with voltage via power rails 4, which voltage is tapped on the underside of the power rails 4 by means of current collectors 1. The problem occurs here that such current collectors 1 are connected to one another and are at the same time voltage-conducting even if they themselves are not in contact with power rails 4. For this reason, uninformed persons can have accidents on such current collectors. In order to solve this problem, a protective device is provided which assigns a current blocking device 2 to each current collector 1, which current blocking device 2 blocks an undesired flow of current from the vehicle power system 6 to the current collector 1, but conducts current into the vehicle power system 6 from a voltage-conducting power rail 4 via the current collector 1. For variants with braking operation with power system feedback, a controlled thyristor 13 is arranged parallel to the current blocking device 2.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer:

**AT 409 248 B**

(12)

**PATENTCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 1814/94  
(22) Anmeldetag: 23.09.1994  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.11.2001  
(45) Ausgabetag: 25.06.2002

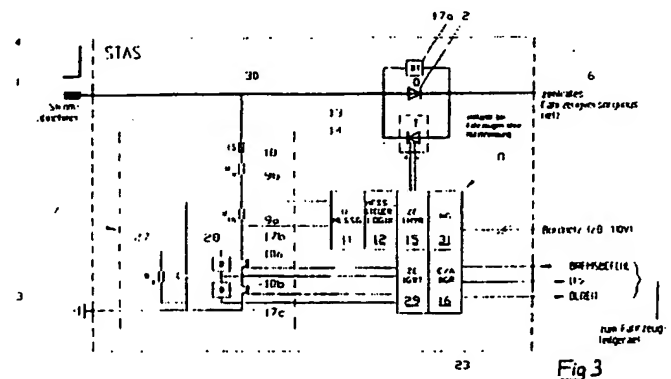
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **B60L 3/00**  
B60L 5/00

(56) Entgegenhaltungen:  
US 5331261A

(73) Patentinhaber:  
ELIN EBG TRACTION GMBH  
A-1141 WIEN (AT).  
(72) Erfinder:  
POLASEK HELMUT DIPL.ING.  
WIEN (AT).  
TRENNER ANDREAS DR.  
WIEN (AT).

**(54) SCHUTZVORRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Schutzvorrichtung für stromführende Teile von Stromabnehmern (1) an U-Bahnen (5) o.dgl. U-Bahnen (5) werden in der Regel über Stromschienen (4) mit Spannung versorgt, die an der Unterseite der Stromschienen (4) mittels Stromabnehmer (1) abgegriffen wird. Dabei tritt das Problem auf, dass solche Stromabnehmer (1) untereinander verbunden sind und dabei spannungsführend werden, auch wenn sie selbst nicht im Abgriff mit Stromschienen (4) stehen. Uninformierte können daher an solchen Stromabnehmern verunfallen. Um dieses Problem zu lösen, ist eine Schutzvorrichtung vorgesehen, die jedem Stromabnehmer (1) eine Stromsperrvorrichtung (2) zuordnet, die einen unerwünschten Stromfluss aus dem Fahrzeugnetz (6) zum Stromabnehmer (1) sperrt, für einen Stromfluss aus einer spannungsführenden Stromschiene (4) über den Stromabnehmer (1) in das Fahrzeugnetz (6) jedoch stromleitend ist. Für Varianten mit Bremsbetrieb mit Netzurückspeisung ist parallel zur Stromsperrvorrichtung (2) ein gesteuerter Thyristor (13) angeordnet.

**Fig 3****AT 409 248 B**

Die Erfindung betrifft ein elektrisches Schienenfahrzeug mit einem Fahrzeugnetz und mit diesem verbundenen Stromabnehmer für den Kontakt mit Stromschienen und einer Stromsperrvorrichtung für das Sperren eines unerwünschten Stromflusses aus dem Fahrzeugnetz in Richtung der Stromabnehmer und für das Leiten eines Stromes aus den Stromschienen in das Fahrzeugnetz. U-Bahnen werden in der Regel über Stromschienen mit Gleichspannung versorgt, die an der Unterseite der Stromschienen mittels mehrerer Stromabnehmer abgegriffen wird. Die Stromabnehmer sind leitende, insbesondere metallische Schleifkontakte, die im Betriebsfall von unten an die parallel zu den Fahrschienen verlegten Stromschienen angelegt sind und daran entlanggleiten. Die Stromschienen sind nach oben und seitlich durch isolierende Schutzabdeckungen vor direktem Zugriff durch Unbefugte geschützt. Die Stromabnehmer sind daher, so lange sie an einer Stromschiene im Abgriff stehen auch vor Zugriff geschützt. Es gibt jedoch auch Situationen, in denen die Stromabnehmer frei und ungeschützt sind; insbesondere dort, wo keine Stromschiene vorgesehen ist.

Das kann z.B. am Ende einer Ausbaustrecke sein, wo es genügt, dass ein einziger Stromabnehmer - z.B. am Zugende - Spannung abgreift, während ein zweiter Stromabnehmer - z.B. am Zuganfang - bereits frei abragt, da in diesem Bereich keine Stromschienen mehr vorhanden sind. Das kann aber auch z.B. im Bereich einer U-Bahn-Station sein, wo an der dem Perron zugewandten Seite der Fahrschienen überhaupt keine Stromschiene vorgesehen ist. In der Regel sind bei solchen Stationen die Stromschienen auf der dem Perron abgewandten Seite der Fahrschienen angeordnet; jede Seite eines U-Bahnzuges verfügt daher über Stromabnehmer.

Für den Fahrbetrieb ist es nicht wesentlich, an welcher Seite des U-Bahnzuges Strom abgegriffen wird. Die Stromschienen links und rechts der Fahrschienen liegen in der Regel auf dem gleichen Gleichspannungspotential; deshalb sind die Stromabnehmer eines U-Bahnzuges auch über ein zentrales Fahrzeugversorgungsnetz, im folgenden Fahrzeugnetz genannt, untereinander verbunden und zu einem gemeinsamen Schalter z.B. einem Hauptschütz innerhalb des Zuges geführt, von dem aus die Traktionseinrichtung mit den Motoren gespeist wird. Daraus ergibt sich folgendes Problem: Freiliegende Stromabnehmer führen Spannung, sofern wenigstens ein Stromabnehmer an einer Stromschiene Spannung abgreift. Freiliegende spannungsführende Teile (Im Falle der Wiener U-Bahn immerhin Gleichspannung mit  $750V \pm 20-30\%$ ) bedeuten immer eine Gefahr für unbeteiligte Personen und Tiere. Es ist bereits zu Stromunfällen gekommen, bei denen Passanten versuchten, zwischen Perronkante und U-Bahnwaggon mit länglichen Gegenständen nach unten zu greifen und dabei die nach oben weisenden Stromabnehmer berührten. Um diese Gefahr zu mindern, wurden in der Praxis einige ungenügende Massnahmen ausprobiert. Zum ersten wurden Hinweisschilder „Achtung stromführende Teil“ angebracht, die jedoch nur für einen ausgewählten Teil der Passanten einen ausreichenden Schutz bieten. Zum anderen wurde überlegt, auch entlang der Perronkanten isolierende Schutzabdeckungen anzubringen, so als würde im Bereich dieser Perronkante eine Stromschiene geführt. Diese Massnahme ist insofern ungenügend, als sie keinen Schutz bietet gegen beabsichtigtes oder unbeabsichtigtes Hintergreifen einer solchen Abdeckung, z.B. mittels eines gebogenen Schirmgriffes o.dgl. Abgesehen davon erfordern solche Abdeckungen eine relativ aufwendige Haltekonstruktion, die über die gesamte Stationslänge erstreckt werden müsste, was mit einigem bautechnischem Aufwand verbunden ist. Auf freier Strecke blieben die Stromabnehmer jedoch wieder ungeschützt. Zudem tritt als Nachteil hinzu, dass uninformierte Passanten meinen könnten, dass im Bereich der Perronkante doch (abgedeckte) Stromschienen montiert seien, was wiederum als Bedrohung per se empfunden werden könnte.

Aus der US 5 331 261 ist ein Stromabnehmer bekannt, bei dem so lange wenigstens ein Kontakt in Berührung mit einer Spannung stehenden Stromschiene steht, auch der andere Kontakt unter Spannung steht. Dies führt in bestimmten Wagenpositionen jedoch dazu, dass ein spannungsführender Stromabnehmer freistehend abragt und somit ein erhebliches Sicherheitsrisiko für Passanten darstellt.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, das erwähnte Problem zu beseitigen. Freistehende Stromabnehmer sollen im Falle einer absichtlichen oder unabsichtlichen Berührung gefahrlos sein.

Gelöst wird diese Aufgabe erstmals dadurch, dass jedem Stromabnehmer eine Stromsperrvorrichtung, insbesondere ein Gleichrichter zugeordnet ist, der einen unerwünschten Stromfluss aus dem Fahrzeugnetz zum Stromabnehmer sperrt, für einen Stromfluss aus einer spannungsführenden

den Stromschiene über den Stromabnehmer in das Fahrzeugnetz jedoch stromleitend ist. Durch diese erfindungsgemässe Massnahme wird ein Stromfluss aus dem Fahrzeugnetz über die Stromabnehmer gegen Erde bzw. Masse verhindert. Das Berühren von freistehenden Stromabnehmern ist daher nicht mehr lebensgefährdend.

5 Der Gleichrichter kann im Sinne einer Ausbildung der Erfindung als Diode ausgebildet sein, deren Anode mit dem Stromabnehmer und deren Kathode mit dem Fahrzeugnetz verbunden sind. Solche Dioden sind handelsüblich und können - mangels besserer marktüblicher Alternativen - in beliebigen Grössen (Stromflüsse von über 1000A) vorgesehen werden. Mit dieser Variante ergibt sich jedoch ein kleiner Nachteil: Herkömmliche Dioden erlauben einen Leckstrom von bis zu einigen hundert mA. Dies ist eine Stromstärke, die in ungünstigen Situationen beim Menschen bereits tödlich sein kann. Um die Gefahr weiter zu reduzieren, wird daher eine verbesserte Ausbildung vorgeschlagen:

15 Zwischen dem Gleichrichter und dem Stromabnehmer ist eine über eine Steuerelektronik gesteuerte Erdungsvorrichtung angeschlossen, die eine Erkennungsschaltung für das Erkennen des Freistehens des Stromabnehmers umfasst. Die Erdungsvorrichtung hat den Vorteil, dass der Leckstrom aus der Diode gegen Erde (Masse) abgeführt wird und ein Berühren desselben nun völlig ungefährlich ist. Die Erkennungsschaltung hilft dabei, den Zustand zu erkennen, bei dem der Stromabnehmer keine spannungsführende Stromschiene berührt. Bevorzugt ist es, wenn die Erkennungsschaltung im Abstand von Bruchteilen einer Sekunde oder höchstens ungefähr 5 Sekunden, selbsttätig und intermittierend den Abgriffszustand des Stromabnehmers prüft.

20 Mit heute gebräuchlichen Mitteln wird im Rahmen einer Weiterbildung der Erfindung vorgeschlagen, bei der die Erdungsschaltung einen, vorzugsweise niederohmigen, insbesondere geteilten Widerstand (d.h. einen als Spannungsteiler ausgeführten) umfasst, an dem in Serie ein elektronischer Gleichstromschalter, z.B. ein FET, IGBT o.dgl. vorgesehen ist, der im Falle des Freistehens des Stromabnehmers gegen Erde (Masse) durchschaltbar ist. Unter niederohmig wird im Sinne der Erfindung dabei ein Widerstandswert in der Grösse verstanden, die, mit dem maximalen Leckstrom des Gleichrichters bzw. der Diode multipliziert, einen Spannungswert ergibt, der für Mensch oder Tier ungefährlich ist.

30 Als einfache Ausbildung der Erkennungsschaltung dient eine Schaltung, bei der parallel zu dem Widerstand bzw. zu einem als Messwiderstand ausgebildeten Teil des Widerstandes eine Spannungsmessvorrichtung angeschlossen ist, die mit einer Mess- und Steuerlogik zur Ansteuerung des FET, IGBT o.dgl. verbunden ist. Die Logik dient dabei dem intermittierenden Steuern des FET bzw. IGBT o.dgl. und der Messvorrichtung. Beim Durchschalten des FET bzw. IGBT o.dgl. kann demzufolge am Messwiderstand eine Spannung gemessen werden, die einerseits proportional zu der Spannung am Stromabnehmer ist (z.B. 750V) oder die andererseits sich ergibt aus dem maximal möglichen Leckstrom über die Diode, multipliziert mit dem Widerstandswert des Messwiderstandes (z.B. 40V). Anhand dieser unterschiedlichen Spannungswerte ist die Mess- und Steuerlogik imstande, den Durchschaltbefehl für den FET bzw. IGBT o.dgl. aufrecht zu halten (bei geringer Spannung am Messwiderstand bzw. bei Freistehen des Stromabnehmers) oder wieder zurückzunehmen (bei hoher Spannung am Messwiderstand bzw. bei Spannungskontakt zwischen Stromschiene und Stromabnehmer).

45 Bei den bisher beschriebenen Ausbildungen der Erfindung handelt es sich um Varianten, bei denen keine Stromrückführung beim Bremsen der U-Bahn vorgesehen ist. Für solche U-Bahnantriebe, bei denen jedoch aus ökonomischen Gründen Bremsstrom zurück in die Stromschiene bzw. ins Stromschienennetz geliefert werden soll, ist eine Variante vorgesehen, bei der zum Gleichrichter gemäss Anspruch 1 ein gegenpolig angeordneter Thyristor parallelgeschaltet ist, der im durchgeschalteten Zustand das Einspeisen von Bremsstrom über den Stromabnehmer in das Stromschienennetz erlaubt.

50 Vorteilhaft ist jene Weiterbildung der Erfindung, bei der die Steuerleitungen des Thyristors mit einer Zündeinrichtung verbunden sind, die, in Abhängigkeit von den Spannungswerten am Widerstand bzw. am Messwiderstand, von der Steuerlogik ansteuerbar ist. Durch diese Schaltung ist gewährleistet, dass der Thyristor im Falle des Freistehens des Stromabnehmers nicht gezündet ist, um einen allfälligen Stromfluss aus dem Fahrzeugnetz zum Stromabnehmer zu unterbinden.

55 Um allfällige Störungen der Schutzvorrichtung zu erkennen, ist gemäss einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung eine Störungsmeldevorrichtung vorgesehen, die - vorzugsweise über eine

Eingangs/Ausgangsbaugruppe - in Abhängigkeit vom Fahrbetrieb den Wechsel der Spannungswerte am Widerstand bzw. Messwiderstand überwacht und im Falle einer Nichtplausibilität (Fehlender Wechsel zwischen hoher und niedriger Spannung trotz Fahrbetrieb) eine Störungsmeldung z.B. an den Fahrer abgebar macht.

Die Betriebssicherheit der Erfindung ist erhöht, wenn die Steuerelektronik, das ist insbesondere die Erdungsvorrichtung bzw. die Erkennungsschaltung und gegebenenfalls die Störungsmeldevorrichtung vom Bordnetz, insbesondere von der Bordbatterie betrieben sind.

Zum Schutz des Thyristors und/oder des FET bzw. IGBT o.dgl. sind - gemäss einer Weiterbildung dazu - jeweils Schutzbeschaltungen vorgesehen, wobei zusätzlich zu der Schutzbeschaltung des FET bzw. IGBT o.dgl. während gegebenenfalls zum Schutz der Erdungsvorrichtung in Serie zu dem Widerstand auch eine Überstromsicherung geschaltet ist.

Da es zur Zeit bei U-Bahnen keine anderen Stromnetze gibt, ist die Erfindung auf Gleichstromversorgung abgestellt, analoge Lösungen in anderen Stromnetzen fallen jedoch auch unter den Schutzbereich.

Durch die Erfindung wird somit in jedem Fall, ungeachtet allfälliger mechanischer Isolationsmassnahmen, ein Stromunfall mit Personen oder Tieren im Bereich freistehender Stromaufnehmer wirkungsvoll verhindert.

Anhand eines beispielhaften, mittels Skizzen dargestellten Ausführungsbeispiels wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigen dabei:

Fig. 1 das Schema eines U-Bahn-Triebwagens in einer Station;

Fig. 2 das elektrische Antriebsschema eines U-Bahn-Triebwagens mit zwei Drehgestellen und je 4 Antriebsmotore;

Fig. 3 das Prinzipschaltbild einer bevorzugten Ausführungsvariante der Schutzvorrichtung und

Fig. 4 Zeitdiagramme eines intermittierenden Erkennungsvorganges, ob ein Stromabnehmer mit einer Stromschiene im Abgriff steht oder nicht, Diagramme des Stromverlaufes bei Bremsbetrieb mit Netzurückspeisung.

Die Figuren werden zusammenhängend beschrieben. Gleiche Bezugszeichen bedeuten gleiche Bauteile. Funktionsähnliche Bauteile tragen gleiche Bezugszeichen mit unterschiedlichen Indizes. Die Erfindung ist durch die beispielhafte Darstellung der Figuren nicht eingeschränkt. In ihrem Rahmen liegen vielmehr unterschiedliche Varianten und Ausführungen, auch solche mit Bauteilen, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht auf dem Markt sind - wie beispielsweise Dioden ohne Leckstromverhalten.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch eine U-Bahnstation 19 mit eingefahrenem U-Bahnzug 5. Beidseitig des Zuges 5 befinden sich Stromabnehmer 1a,b, wobei der Stromabnehmer 1a an der dem Perron 20 abgewandten Seite des Zuges 5 mit einer Stromschiene 4a im Abgriff steht. Der andere Stromabnehmer 1b ragt frei ab, da im Bereich des Perrons 20 aus Sicherheitsgründen keine Stromschienen vorgesehen sind. Die Stromschienen 4 sind mittels isolierender Schutzabdeckung 21 berührungsgeschützt. Deshalb ist auch der Stromabnehmer 1a geschützt. Der Stromabnehmer 1b ragt jedoch ungeschützt ab, so dass Passanten zwischen Perronkante 22 und Zug 5 den spannungsführenden Teil des Stromabnehmers 1b erreichen können. Erfindungsgemäss sind Schutzschaltungen (STAS) 23a,b (Fig. 2) vorgesehen, die verhindern, dass die frei abragenden Stromabnehmer 1b für Personen und Tiere gefährlich sind. Sobald nämlich die Schutzschaltungen 23 erkennen, dass die ihnen zugeordneten Stromabnehmer 1 frei abragen, verhindern sie einen Stromfluss aus dem Fahrzeugnetz 6 in Richtung der Stromabnehmer 1. Im gezeigten Beispiel legen sie die frei abragenden Stromabnehmer 1b auf Erde 3, die über die Fahrschienen (24) und Räder in die U-Bahn geführt ist.

Das Fahrzeugnetz 6 ist aus Leitungen gebildet, die alle Stromabnehmer 1 bzw. die erfindungsgemässen Schutzschaltungen 23 mit einem Hauptschütz 26 verbinden, dessen Ausgang die jeweiligen Stromrichter bzw. Schaltwerke 32a,b der Traktionseinrichtung bzw. der Antriebsmotore 33a,b speist. Aus Fig. 2 ist ersichtlich, dass die Stromschienen 4a,b und c entlang der Fahrschienen 24 überlappend angeordnet sind, wobei der Bereich des Perrons 20 stromschienenfrei ist.

Die in Fig. 3 dargestellte Prinzipschaltung zeigt eine Variante mit möglicher Bremsenergieeinspeisung in das Stromschienennetz, wie sie häufig bei U-Bahnen zum Einsatz gelangt.

Der Stromaufnehmer 1 ist mit einer Leitung 30 verbunden, die über eine Diode 2 und über einen gegenpoligen Thyristor 13 mit dem Fahrzeugnetz 6 verbunden ist. Zwischen Stromabnehmer

1 und Diode 2 ist an die Leitung 30 auch eine Erdungsvorrichtung 7 mit einer Erkennungsschaltung angeschlossen, die gegen Erde (Masse) 3 leiten.

So lange zwischen Stromschiene 4 und Stromabnehmer 1 Kontakt besteht, ist der Stromkreis (Traktionskreis) zwischen Stromabnehmer 1 und Fahrzeugnetz 6 über eine parallelgeschaltete Diode bzw. einen Gleichrichter 2 und einen zur Diode gegenpoligen Thyristor 13 geschlossen. Besteht kein Kontakt zwischen Stromschiene 4 und Stromabnehmer 1, wird die Zündung des Thyristors 13 unterbunden und der Stromabnehmer 1 über eine Erdungsvorrichtung 7 so niederohmig mit Erde (Masse) 3 verbunden, dass die verbleibende Berührungsspannung  $U_B$  am Stromabnehmer auf z.B.  $< 48V$  begrenzt wird.

Diese Funktion wird durch eine Mess- und Steuerlogik 12 kontrolliert, die mit den übrigen Bauteilen wie folgt zusammenarbeitet:

In periodischen Abständen von ca 0,5 bis 5s (je nach Sicherheitsanforderung) wird die Spannung am Stromabnehmer 1 über eine Messschaltung gemessen. Diese umfasst ein Filter erster Ordnung zur Abwehr von Überspannungsspitzen im Fahrzeugnetz und zum Schutz der IGBT's bestehend aus einem Widerstand 9b, der zusammen mit einem Messwiderstand 9a einen Spannungsteiler bildet, einen Filterkondensator 28 und einen dazu parallelgeschalteten Entladewiderstand 27, dessen Funktion gegebenenfalls auch in den Schutzbeschaltungen 17b und 17c integriert sein kann. 9b und 27 bzw. 28 verbinden den Stromabnehmer 1 gegen Erde (Masse) 3. Der Messwiderstand 9a befindet sich in Serienschaltung mit zwei IGBT's 10a,b, deren Steuerleitungen ST1,ST2 mit einer Zündeinrichtung 29 verbunden sind, die von einer Mess- und Steuerlogik 12 gesteuert wird. 9a und 10 sind zu 27 bzw. 28 parallelgeschaltet. Die eigentliche Spannungsmessung erfolgt - immer dann, wenn die IGBT's von der Zündeinrichtung 29 durchgeschaltet sind - an dem Messwiderstand 9a mittels einer Spannungsmessvorrichtung 11, die ebenso mit der Mess- und Steuerlogik 12 verbunden ist. Dabei wird gleichzeitig der Zündimpuls für den Thyristor 13 gesperrt, der sonst aus einer Zündeinrichtung 15, die ebenso mit der Mess- und Steuerlogik 12 verbunden ist, geliefert wird.

Liegt eine relativ hohe Spannung an, wird nach einer Messzeit von ca. 10-20ms die Messung unterbrochen, die IGBT's 10 wieder gesperrt und der Thyristor 13 gleichzeitig gezündet. Ein während der Messzeit über den Thyristor 13 fließender Bremsstrom, der ins Stromschienennetz zurückgeliefert wird, wird dabei nicht beeinflusst oder unterbrochen, da der Thyristor noch so lange weiterleitend ist, solange ein Stromfluss trotz fehlendem Zündimpuls noch nicht selbsttätig unterbrochen wurde (z.B. durch das Beenden des Abgriffes des Stromabnehmers 1 an der Stromschiene 4).

Hat der Stromabnehmer 1 jedoch keinen Kontakt zur Stromschiene 4, d.h. ragt er frei ab, so wird ein eventuell fließender Bremsstrom dadurch unterbrochen (Lichtbogen zwischen Stromschiene 4 und ausser Abgriff gleitender Stromabnehmer 1). Der Thyristor wird nach unterbrochenem Bremsstromfluss und während der Messzeit hochohmig (kein Zündimpuls) und am Stromabnehmer 1 wird nur mehr eine durch Halbleiterleckströme (ca.  $< 500mA$  von Diode 2 und Thyristor 13) hervorgerufene relativ kleine Spannung (z.B.  $< 48V$ ) gemessen. In diesem Fall bleibt der Stromabnehmer 1 durch Dauereinschalten der IGBT's niederohmig (z.B.  $9b + 9a < 80 \text{ Ohm}$ ) mit Erde verbunden, wodurch Schutz gegen zu hohe Berührungsspannungen gegeben ist. Die Spannung am Stromabnehmer 1 wird ab diesem Zeitpunkt dauernd überwacht. Sobald die Spannung wieder auf die wesentlich höheren Werte der Betriebsspannung ( $750V + 20-30\%$ ) ansteigt, öffnen die IGBT's 10 unverzüglich, der Thyristor 13 wird gezündet und der erwähnte periodische Messvorgang wird neu gestartet.

Durch ein kleines Tastverhältnis des Messvorganges (10ms: 0,5 bis 5s = 1:50 bis 1:500) bei Betriebsspannung am Stromabnehmer 1 kann die Verlustleistung der Widerstände klein gehalten werden. Das Filter 9b-27 bzw. 28 ist vorzugsweise mit einer Zeitkonstante von ca. 1ms ausgelegt und hält derart Überspannungen vom Messwiderstand 9a und den IGBT's fern. Eine Überstromsicherung 18 hält Überströme von der Erdungsvorrichtung 7 fern. Schutzbeschaltungen 17a,b,c schützen Diode 2, Thyristor 13 bzw. IGBT's 10 in bekannter Art und Weise. Selbstverständlich können - auslegungsabhängig - anstelle der dargestellten zwei IGBT's auch jeweils nur ein Bauteil oder mehr als zwei Bauteile vorgesehen sein.

Die Stromversorgung der gesamten Steuerelektronik 8 erfolgt über ein Netzgerät 31, das vom U-Bahnzug-Bordnetz gespeist wird.

Die Kommunikation der Schutzschaltung 23 mit dem Fahrzeugleitgerät (FLG) bzw. dem Fahrer wird durch eine Eingangs/Ausgangs-Baugruppe 16 hergestellt. Ein Signal "Bremsbefehl" vom FLG wird dazu benutzt, Thyristorzündimpulse nur beim Bremsen freizugeben, da nur dann Strom über den Thyristor fließen soll. Eine Meldung "Bereit" aus 16 bzw. aus der Überwachungsschaltung signalisiert dem FLG die Betriebsbereitschaft der Schutzschaltung 23.

Eine Meldung "U >" zeigt dabei den Spannungszustand des Stromabnehmers 1 an, insbesondere ob er Kontakt zur Stromschiene 4 hat oder nicht. Unter Berücksichtigung des Fahrzeugzustandes des U-Bahnzuges (z.B. längerer Stillstand unter Spannung oder spannungslos) können mit diesem Signal Störungen der Schutzschaltung 23 (z.B. Thyristor 13 oder Diode 2 durchgeleitet oder Messkreis unterbrochen) erfasst werden.

Fig.4a zeigt dick ausgezogen schematisch den intermittierenden Messvorgang während des ordentlichen Kontaktes zwischen Stromabnehmer 1 und Stromschiene 4. Fig.4b zeigt dick ausgezogen den zeitgleichen Ablauf des Thyristorzündimpulses und Fig.4c zeigt symbolisch das Unterbrechen eines gerade über den Stromabnehmer 1 ins Stromschienennetz fließenden Bremsstromes durch Kontaktverlust des Stromabnehmers bei Wegfall der Stromschiene. Sollte bei dem dargestellten Beispiel etwa während des Bremsvorganges der Abgriff zwischen Stromabnehmer 1 und Stromschiene 4 unterbrochen werden - siehe dazu den Stromverlauf in Fig.4c -, so würde - wie in Fig.4a und 4b strichliert eingezeichnet -, die Erdungsvorrichtung 7 durchgeschaltet bleiben und die intermittierende Messung beendet werden und gleichzeitig der Zündimpuls für den Thyristor 13 unterdrückt bleiben. Die Ansteuerung des intermittierenden Messvorganges durch die Mess- und Steuerlogik 12 kann mit herkömmlichen Mitteln, z.B. mit einer Drei-Gatter-Anordnung, realisiert werden, wie nicht näher dargestellt.

Im Antriebsbetrieb erfolgt der Messvorgang und das Spannungsschalten bzw. Erden des Stromabnehmers 1 in analoger Weise zum Bremsbetrieb, nur wird, wie oben bereits erläutert, der Thyristorzündimpuls dabei dauernd unterdrückt.

#### Bezugszeichenliste

1	Stromabnehmer
2	Stromsperrvorrichtung, insbesondere Gleichrichter
3	(Erde) Masse (Traktionsminus)
4	Stromschiene
5	U-Bahn
6	zentrales Fahrzeugversorgungsnetz
7	Erdungsvorrichtung
8	Steuerelektronik
9	Widerstand
10	elektronischer Gleichstromschalter z.B. FET, IGBT o.dgl.
11	Spannungsmessvorrichtung
12	Mess- und Steuerlogik
13	Thyristor
14	Steuerleitung des Thyristors
15	Zündeinrichtung Thyristor
16	Eingangs/Ausgangs-Baugruppe
17	Schutzbeschaltung
18	Überstromsicherung
19	U-Bahnstation
20	Perron
21	Schutzabdeckung
22	Perronkante
23	Schutzschaltung
24	Fahrschienen
25	Drehgestell
26	Hauptschutz
27	Entladewiderstand
28	Filterkondensator



- 29 Zündeinrichtung Gleichstromschalter
- 30 Leitung
- 31 Netzgerät
- 32 Schaltwerke bzw. Stromrichter der Traktionseinrichtung
- 5 33 Motore

## PATENTANSPRÜCHE:

- 10 1. Elektrisches Schienenfahrzeug, insbesondere U-Bahn, mit einem Fahrzeugnetz (6) und mit diesem verbundenen Stromabnehmern (1) für den Kontakt mit Stromschienen (4) und einer Stromsperrvorrichtung, insbesondere einem Gleichrichter (2), für das Sperren eines unerwünschten Stromflusses aus dem Fahrzeugnetz (6) in Richtung der Stromabnehmer (1) und für das Leiten eines Stromes aus den Stromschienen (4) in das Fahrzeugnetz (6),  
15 dadurch gekennzeichnet, dass jedem Stromabnehmer (1) eine Stromsperrvorrichtung zugeordnet ist, und dass die Stromabnehmer (1) untereinander ausschließlich über das Fahrzeugnetz (6) elektrisch koppelbar sind.
- 2. Schienenfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleichrichter (2), wie an sich bekannt, als Diode ausgebildet ist, deren Anode mit dem Stromabnehmer (1) und deren Kathode mit dem Fahrzeugnetz (6) verbunden ist.
- 20 3. Schienenfahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Gleichrichter (2) und dem Stromabnehmer (1) eine über eine Steuerelektronik (8) gesteuerte Erdungsvorrichtung (7) angeschlossen ist, die eine Erkennungsschaltung für das - vorzugsweise selbsttätige und intermittierende - Erkennen des Freistehens des Stromabnehmers (1) umfasst.
- 25 4. Schienenfahrzeug nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Erdungsschaltung (7) einen, vorzugsweise niederohmigen, insbesondere geteilten Widerstand (9) umfasst, an dem in Serie wenigstens ein elektronischer Gleichstromschalter, z.B. ein FET, IGBT (10) o.dgl. vorgesehen ist, der im Falle des Freistehens des Stromabnehmers (1) gegen Erde (3) (Masse) durchschaltbar ist.
- 30 5. Schienenfahrzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zu dem Widerstand (9) bzw. zu einem als Messwiderstand (9a) ausgebildeten Teil des Widerstandes (9) eine Spannungsmessvorrichtung (11) angeschlossen ist, die mit einer Mess- und Steuerlogik (12) zur Ansteuerung des FET, IGBT (10) o.dgl. verbunden ist.
- 35 6. Schienenfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Gleichrichter (2) - wie an sich bekannt - ein gegenpolig angeordneter Thyristor (13) parallelgeschaltet ist, der im durchgeschalteten Zustand das Einspeisen von Bremsstrom über den Stromabnehmer (1), der jeweils in Kontakt mit einer Stromschiene (4) steht, in die Stromschiene (4) bzw. in das Stromschienennetz erlaubt, wobei jeder Stromabnehmer (1) bei Fehlen des Kontaktes zur Stromschiene (4) selbsttätig in den nicht durchgeschalteten Zustand überführbar ist.
- 40 7. Schienenfahrzeug nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerleitungen (14) des Thyristors (13) mit einer Zündeinrichtung (15) verbunden sind, die in Abhängigkeit von den Spannungswerten am Widerstand (9) bzw. am Messwiderstand (9a) von der Steuerlogik (12) ansteuerbar ist.
- 45 8. Schienenfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Störungsmeldevorrichtung, die - vorzugsweise über eine Eingangs/Ausgangs-Baugruppe (16) - in Abhängigkeit vom Fahrbetrieb den Wechsel der Spannungswerte am Widerstand (9) bzw. Messwiderstand (9a) überwacht.
- 50 9. Schienenfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerelektronik (8) und insbesondere die Störungsmeldevorrichtung vom U-Bahnzug-Bordnetz, insbesondere von der Bordbatterie, gespeist sind.
- 55 10. Schienenfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zum Thyristor (13) und/oder parallel zum FET bzw. IGBT (10) o.dgl. jeweils eine Schutzbeschaltung (17) vorgesehen ist, wobei vorzugsweise zusätzlich zur Schutzbe-

schaltung (17b und c) des FET bzw. IGBT o.dgl. ein Kondensator (28) vorgesehen ist.

**HIEZU 4 BLATT ZEICHNUNGEN**

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

